

도시교통정보시스템을 위한 분산 계층 경로탐색 기법 설계

백영태*, 김상오**

Design of Distributed Hierarchical Routing Plan Method for Urban Traffic Information System

Yeong-Tae Back*, Sang-Oh Kim**

요약

본 논문은 새로운 도시 교통 정보 시스템의 교통정보에 맞는 경로탐색 비용 산출법을 제시하고, 이 시스템을 전국적으로 운용 하고자 할 때, 운전자에게 효율적인 경로탐색을 지원하는 시스템 및 알고리즘을 제안한다. 새로운 시스템은 차선별로 각기 제공되는 모든 구간속도를 고려하여 비용을 계산 하고, 교통정보의 단위 데이터 양 및 운전자의 생활 패턴에 맞게 교통정보를 처리하는 계층을 논리적으로 나누어서, 각 계층 별로 다른 레벨의 교통정보 서비스를 제공한다. 또한 제시된 알고리즘은 양방향 프로토콜에 맞게 사용자 맞춤형 교통 정보 서비스를 제공하고, 운전자가 선택한 출발지와 목적지의 지리적인 거리와 시스템의 계층에 따라 효율적인 경로 탐색 및 재탐색이 이루어지도록 한다. 또한 본 논문은 추가적으로 이루어질 연구와 현재 경찰청 주도로 이루어지는 단위 도시별 시스템의 상호 연동을 위한 여러 가지 필요한 요구사항을 제시한다.

Abstract

This paper suggests new route plan cost calculation and cost-effective route plan algorithm and architecture for the new city traffic information system when it is operated nationwide. New algorithm and architecture estimates cost with traffic speeds which is supported for all different lanes, stratifies logical layer which process different levels' traffic information with diverse traffic patterns and provides different traffic information in the few levels. Also suggested new algorithm supports drivers' customized traffic information through both-way communications and plans routes effectively based on the distance between drivers' start position and destination and different levels which start and end position located. It proposes additional research items and requirement for integration between different cities' traffic information system which the national police agency invested and led.

▶ Keyword : 도시교통정보시스템(UTIS), 교통정보(Traffic Information), 경로탐색(Routing Plan)

• 제1저자, 교신저자 : 백영태

• 투고일 : 2010. 01. 27, 심사일 : 2010. 02. 01, 게재확정일 : 2010. 02. 22

* 김포대학 멀티미디어과 부교수 ** (주)시터스 개발이사

※ 이 논문은 2010년 한국컴퓨터정보학회 제41차 동계학술대회에 발표한 "UTIS를 위한 분산 계층 경로탐색 기법"을 확장한 것임.

※ 이 논문은 2009학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

I. 서론

UTIS (Urban Traffic Information System)는 도심 내에 첨단 무선 교통정보 수집 및 제공 장치를 설치하고 이를 통해 수집된 구간 속도정보 등 교통정보를 실시간으로 분석, 가공, 제공하여 각 지방 교통 센터 간 통신망을 연계하는 양방향 교통 정보 시스템이다[1]. 현재 우리나라에서 사용되고 있는 TPEG(Transport Protocol Expert Group)은 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 방송의 일정 대역을 활용하여 교통 정보 데이터를 제공하고 있다. 그러나 방송의 특성상, 교통 정보의 제공은 몇몇 기관 및 지자체에 의해 수집된 교통정보를 단방향으로 전송 하고 있다[2]. 이러한 일방적인 교통 정보 수집은 도로상에 대단위 수집 장치 설치와 많은 교통정보 수집 차량 운행이 요구되어서 현재 TPEG은 주로 제한된 큰 도로 위주로 교통 정보를 제공하고 있다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서, 와이브로나 차량간 애드혹 네트워크를 이용한 다양한 양방향 서비스 연구가 진행되고 있다[3]. 최근 경찰청 주도로 도입되고 있는 UTIS는 양방향 서비스를 활용하는 대표적인 시스템이다. UTIS는 TPEG 문제점을 해결하기 위해서 교통정보를 제공받는 모든 차량이 현재 도로에서 자신의 운행속도, 돌발 상황, 멀티미디어 정보 등을 도로상에 설치되어 있는 통신장치를 통해서 교통 센터에 제공하여 전국의 모든 도로에 대한 교통정보를 수집하도록 하고 있다. 그러나 참여하는 차량의 수가 늘어나고 또한 지선을 포함한 모든 도로의 교통정보는 데이터가 기하급수적으로 증가하면서 정지된 사거리에서 모든 차량이 전국 교통 데이터를 한 번에 받을 수 없는 환경이 예상된다.

이 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 운전자의 출발지와 목적지에 맞는 맞춤형 교통 정보 제공 알고리즘을 제안하고 근거리나 여러 도시를 거치는 운전자의 다양한 운전패턴을 위해서 계층화되고 분산된 교통 센터 아키텍처를 제시한다. 또한, 운전자의 출발지와 목적지에 맞는 교통정보의 유무에 따라 효율적인 경로탐색 및 재탐색이 내비게이션 내부 및 서로 다른 교통 센터에서 효율적으로 이루어지는 경로 탐색 알고리즘을 제안한다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 교통정보시스템에 관련된 기존 기술에 대하여 고찰하고 3장에서는 분산 탐색 비용 산출법을 제시하고 효율적인 경로 탐색을 지원하는 시스템 및 알고리즘을 기술하고 4장에서 제시한 분산계층 경로탐색과 기존 기법의 성능을 분석하고 마지막으로 결론 및 향후 연구 과제를 살펴본다.

II. 관련 연구 고찰

2.1 국내외 교통정보시스템 현황

국내에는 각 지자체와 한국도로공사가 교통정보센터를 운영 중에 있으며, CCTV 및 검지기 등을 설치하여 교통정보를 수집하고, 이를 가공하여 인터넷, VMS를 비롯한 다양한 설비를 통해 정보를 전달하고 있다. 민간 부문에서는 주로 이동통신 사업자와 자동차 제조업체를 중심으로 비콘, Probe 차량, CCTV, 검지기와 같은 자체정보 수집체계를 설치하여 서울 및 수도권외의 시가지 도로, 전국의 고속도로를 중심으로 교통정보를 수집하고, 이를 활용하여 다양한 부가서비스를 제공하고 있다[4][5].

해외에서는 일본이 세계에서 교통정보 시스템을 가장 활발하게 구축하고 있으며 특히 민간의 참여가 매우 활발한 것이 특징이다. 일본은 주로 일본 교통정보센터를 통해 일본 전역의 각 기관별 교통정보센터와 교통관련기관에서 수집되는 도로상의 각종 교통정보를 통합 수집하여 서비스 기관에 교통정보를 전달하고 있다. 또한 경찰청, 우정성, 건설성 등 3개 부처와 공동으로 VICS (Vehicle Information and Communication System)를 통해 경찰청과 도로공단 등에서 전국의 교통정보를 받아서 가공하여 각 서비스센터에 교통정보를 제공하고 있다[6].

미국의 TRAVTEK (Travel Technology)는 1990년에 시작되어 1996년 3월에 완성되었는데, 이 시스템은 미국 플로리다주 올랜드 시의 실시간 교통 혼잡정보, 여행자서비스정보 등을 제공해 주고 있다. 가장 핵심 시설물인 교통관리센터(Traffic Management Center)는 실시간 교통 혼잡정보를 여러가지 방법들을 통하여 수집 및 가공한 후, 운전자들에게 제공하는 역할을 한다. 또한 이 사업에는 정부기관뿐만 아니라 제너럴모터스(General Motors)와 미국자동차연합(American Automobile Association)등 일반 업체들도 사업에 참여하였다. 또한 첨단 교통관리시스템(Advanced Traffic Management System: ATMS)은 상습적인 혼잡지역에 대한 해결책 제공과 또한 사고 등으로 인한 혼잡 지점을 신속히 처리하여 교통의 흐름을 원활하게 하는 반자동 혹은 자동시스템이다. 이 시스템은 실시간 교통 신호제어, 자동요금징수, 자동 단속시스템, 돌발 상황 관리 등을 통하여 교통흐름을 효율적으로 관리할 수 있게 하고 있다.

2.2 TPEG (Transport Protocol Expert Group)

DMB 기반 TPEG 서비스는 현재 디지털방송 매체를 통해 교통 및 여행 정보를 전송하는 표준 프로토콜로 이동환경에서 운전자들에게 실시간으로 교통정보를 제공하는 시스템이다. TPEG 서비스는 수집단계, 전송단계, 표출단계의 3단계로 구성된다. 수집단계는 다양한 수집 인프라를 통하여 교통정보를 모으고 가공한다. 전송단계는 수집된 교통정보를 TPEG 포맷으로 가공하고 DMB망을 통하여 송출한다. 표출단계는 단말에서 TPEG 정보를 수신하고 고객이 정보를 이용할 수 있도록 하게 한다[5].

교통정보의 수집은 5분 주기로 수행되고, 수집된 구간 평균속도 등의 교통정보는 TPEG 포맷으로 가공되어 DMB 방송망을 통해 전송한다. 방송사업자들은 서로 다른 특징을 가진 전송 프로토콜을 적용하여 TPEG 정보를 송출한다. KBS는 TDC라는 전송 프로토콜을 사용하며 바이트 스트림 형식으로 정보를 전송한다. MBC/YTN/SBS는 MOT carousel이라는 전송 프로토콜을 사용하여 파일 기반으로 정보를 전송한다. TU미디어는 data carousel이라는 전송 프로토콜을 사용하여 MBC/YTN/SBS와 동일하게 파일 기반으로 정보를 전송한다.

그러나 이러한 TPEG 서비스는 다음과 같은 문제점들이 있다. 첫째, 교통정보 수집지역의 제한이다. TPEG 서비스가 교통정보 부실로 사용자로부터 여러 가지 비판을 받고 있는데, 교통정보를 수집하는 지역이 주로 서울 및 수도권, 부산시, 지방 대도시의 일반도로 및 고속도로에 국한되어 타 지역 및 대도시 지선의 도로 정보는 거의 전무한 실정이다. 둘째, 교통정보 수집방식의 미흡이다. 현재는 버스, 택시 등에 GPS 칩이나 RF 모듈을 장착해 교통정보를 수집하모듈을 장착그러나 서울, 부산과 같이 복잡한 도로가 거미줄처럼 얽힌 도로에서는 모든 교통 상황을 정해진 표본 차량으로부터 구하기에는 한계마음을 장착따라서 다음과 같은 양방향의 UTIS 교통 정보 시스템이 도입이 요구된다.

2.3 UTIS

UTIS는 도로상에 첨단 무선 교통정보 수집 및 제공 장치를 설치하고 이를 통해 수집된 구간정보 등 교통정보를 실시간으로 분석, 가공, 제공하는 양방향 교통 정보 시스템이다. 따라서 UTIS 시스템은 실시간으로 교통 정보를 수집, 분석, 가공하는 여러 장치들이 필요하며 전체 시스템 구성은 다음 그림 1과 같다[7][8].

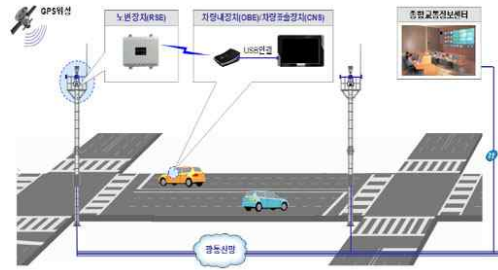


그림 1. UTIS 시스템 구성도
Fig. 1 System Configuration of UTIS

- 중앙장치(센터) : OBE(차량내장치)와 도로 변의 설치된 RSE(노변장치)간의 실시간 통신을 통해 수집된 차량의 위치 정보 및 구간 속도 정보를 가공하여 완성된 교통 정보를 다시 RSE로 전송한다. 노변장치와는 광통신망을 이용해 통신한다.

- RSE(Road Side Equipment) : OBE로부터 차량의 운행 정보를 수집하여 중앙장치로 전송한다. 또, 중앙장치로부터 전달된 교통 정보를 접속한 OBE에 전송해 준다, 중앙장치와는 광통신망을 이용하며 OBE와는 무선통신망을 이용해 통신한다.

- OBE(On Board Equipment) : 내비게이션 단말기에 부착된 장치로서 GPS의 위치 및 속도 정보를 이용하여 차량의 이동 경로에 따른 운행 정보를 축적한다. 그리고 RSE와의 통신이 이루어질 경우 해당 운행 정보를 RSE에 전송한다. 또, RSE로부터 전송된 교통 정보를 CNS에 전송해 준다.

- CNS(Car Navigation System) : OBE로부터 전송된 교통 정보를 활용하여 실시간으로 최적 경로를 탐색한다.

또한 UTIS의 통신 규격은 OBE와 기지국으로 이루어지는 이동환경에서 IEEE 802.11a/e를 근간으로 하는 첨단 무선통신기술을 활용하고, 기지국과 센터로 이루어지는 기간통신망으로서 광통신기반 인터넷 프로토콜을 사용하는 고용량의 고속 통신을 통해 모든 정보를 서비스 한다. OBE의 인터넷 프로토콜은 CNS로 확장된 기능을 위해서만 선택적으로 사용될 수 있다[2]. UTIS로 대역폭은 20MHz를 유지하면서 기본 주파수는 5,725 ~ 5,825 MHz 대역을, 환경주파수는 5,250 ~ 5,350과 Mhz, 5,470 ~ 5,650 Mhz 대역을 사용한다. 또한 브리지는 5,250 ~ 5,350 MHz, 5,470 ~ 5,650 MHz를 사용하고, 송신 출력은 관련법규를 따르며 1MHz당 10mW 출력을 초과하지 않는다. 또한 -72dBm 수신감도에서 54Mbps이상의 전송속도를 보장하도록 무선장치의 안테나 등이 설계되어 있다.

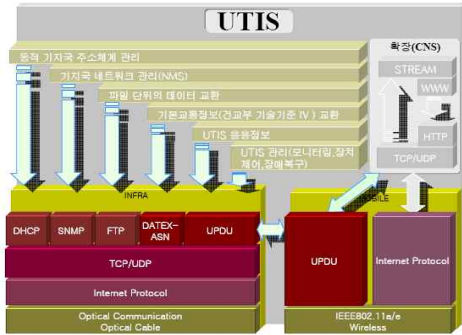


그림 2 UTIS 통신 규격
Fig. 2 Communication Protocol of UTIS

2.4 TPEG과 UTIS의 차이점

TPEG 교통정보와 UTIS 교통정보 서비스 및 프로토콜에는 여러 가지 다른점이 있는데, 특히 다음 사항들이 특징을 비교할 수 있는 차이점 들이다[9].

- 교통 정보의 양

TPEG은 비콘 혹은 Probe 차량으로 불리는 한정된 수의 정보 수집 차량이 교통 정보를 수집한다. 자원이 한정되어 있다 보니 고속도로, 도시고속화도로, 국도, 지방도 등의 큰 도로를 위주로 제한하여 교통 정보를 수집하고 있다. 그러나, UTIS는 운행되는 모든 차량이 교통 정보를 수집하기 때문에 시내 일반도로를 포함한 정보를 수집할 수 있고, 정보의 양이 방대하며 사용자가 많으면 많을수록 정보의 질 역시 상승하게 된다. 다음 그림 3과 그림 4를 보면 TPEG과 UTIS의 전체적인 교통정보 지원 범위의 차이를 알 수 있다.



그림 3 TPEG 교통 정보
Fig. 3 TPEG Traffic Information

- 단방향 통신 대 양방향 통신

TPEG은 DMB의 일정 대역을 이용하여 수집된 교통정보를 일방적으로 방송하는 형태로 운영되고 있다. 그에 비해 UTIS는 광통신망 및 무선 통신망을 활용하여 교통 정보 제공자와 사용자 간의 양방향 통신을 가능하게 하며 이를 이용하여 사용자가 응급상황 및 돌발상황 등에 대한 정보를 알려주

면 교통 정보 제공자는 이를 반영하여 보다 더 정확하고 신뢰도가 높은 교통 정보를 제공할 수 있다.



그림 4 UTIS 교통 정보
Fig. 4 UTIS Traffic Information

- 멀티미디어 정보 활용

UTIS는 CCTV 등의 멀티미디어 정보를 활용할 수 있다. 현재 차량의 위치에서 가장 가까이 있는 CCTV 정지영상을 방송의 형태로 수신 받는가 하면, 사용자가 직접 원하는 지점의 CCTV 영상을 요청하여 수신할 수도 있다.



그림 5 멀티미디어 정보 활용
Fig. 5 Application of Multimedia Information

2.5 UTIS 교통소통정보의 구조와 문제점

UTIS 교통정보는 구역소통정보, 권역소통정보, 그리고 전국소통정보로 나뉜다. 구역소통정보는 하나의 RSE를 중심으로 미리 설정한 반경 내를 대상으로 하는 소통정보이며 권역소통정보는 국토해양부에서 구분한 행정 단위(시, 군, 구)를 대상으로 하는 소통정보이다. 그리고 전국소통정보는 구역 센터로부터 취합하여 통합배포센터에서 관리, 배포하는 전국을 대상으로 하는 소통정보이다. 이는 RSE와 OBE가 무선통신망을 이용해 통신하기 때문에 발생하는 통신 장애 및 속도 저하에 대한 피해를 최소화하기 위해 마련된 분류 기준이다.

그런데, 현재 이 세 가지 소통정보를 활용한 최적 경로 탐색은 몇 가지 문제점을 안고 있다.

첫째, 인접 도시 간의 교통정보가 연계되지 않는다. 전국소

통정보는 각 센터(도시)별로 수집된 교통정보를 취합하여 관리 및 배포하는 통합배포센터에서 배포되는 정보이다. 하지만, 현재 이 통합배포센터가 마련되지 않아 차량의 경로가 특정 도시에서 다른 인접 도시로 이어질 시에 최적 경로 탐색이 어려운 측면이 있다. 이에, 통합배포센터의 마련이 시급하다.

둘째, 무선통신의 한계로 인해 교통정보의 실시간 활용이 어렵다[10][11]. 전국소통정보를 배포하는 통합배포센터가 마련된다 하더라도 이 전국소통정보 데이터의 크기와 데이터를 수신하는 차량의 수가 큰 변수가 된다. 즉, 데이터의 크기가 커지고 데이터를 수신하는 차량의 수가 많아진다면 차량에 부착된 OBE가 도로 변에 설치된 RSE에 접속하여 교통정보를 모두 수신하기 전에 RSE의 접속 반경을 벗어나게 될 가능성이 커지며 교통정보를 요구하는 차량 모두에게 데이터를 전달하지 못할 가능성도 존재한다. 따라서 불안정한 교통정보를 활용해야 하며 나아가 탐색된 최적 경로의 신뢰성이 떨어진다.

셋째, 차량의 경로 상에서 필요하지 않은 정보까지 수신한다. 현재 UTIS 시스템은 차량의 경로와 관계없이 수집된 교통정보를 모두 TPEG과 같이 배포하는 시스템이다. 그러나 엄밀히 말해 UTIS는 TPEG과는 다른 양방향 교통 정보 시스템이기 때문에 차량의 경로에 부합하는 교통 정보를 요구하여 최적 경로 탐색에 필요한 데이터만을 활용할 수 있어야 한다.

그러므로 UTIS 교통 정보 서비스의 목적인 전국 기준의 실시간 최적 경로 탐색이 실현되기 위해서는 이러한 문제점들이 해결되어야 한다.

III. 분산 계층 경로 탐색 기법

본 장에서는 UTIS의 교통정보에 맞는 경로탐색 비용 산출법을 알아보고 교통정보 권역에 따른 계층화된 경로 탐색 기법을 제안 한다.

3.1 UTIS 교통정보를 위한 경로탐색 비용 산출

일반적으로 도로에는 좌회전 차선과 직진 차선, 그리고 우회전 차선이 존재하며 어느 차선을 이용하느냐에 따라 해당 도로(링크)를 통과하는 시간은 다를 수밖에 없다. 그러나, TPEG 교통정보는 이러한 고려가 전혀 되어 있지 않다. 단지, 해당 도로를 통과한 전체 차량의 평균 통과 시간을 이용할 뿐이다. 이 평균 시간은 경로 탐색 시 해당 도로의 딜레이로서 적용되어 현재 차량의 위치에서부터 목적지까지의 도로별 소요 시간을 모두 합산하여 가장 소요 시간이 적은 경로를 선택하게 된다.

그에 비해, UTIS는 그림 6과 같이 하나의 도로에 차선별(방향별)소요 시간이 각각 따로 구성되어 있다.

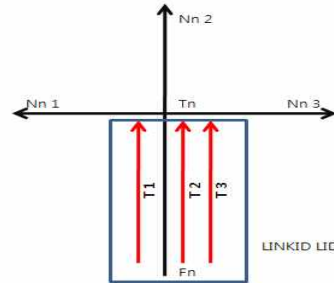


그림 6. UTIS 교통정보의 구조
Fig. 6 Structure of UTIS Traffic Information

만약 현재 차량이 Fn에 위치해 있다면 LID의 정보는 다음 표 1과 같이 구성된다.

표 1. 차선별 소요시간 변수
Table 1. Variable of Traffic Time of Different's Lanes

Variable	Description
LID	하나의 도로(링크)의 ID
Fn	도로의 시작점
Tn	도로의 끝점
Nn	Tn을 Fn으로 하는 LID에 연결된 다음 링크의 끝점
T	통과 시간 (차선별 T1,T2,T3 그러나 기존 TPEG 하나의 T값만 존재)

$$LID/Nn1/T1/Nn2/T2/Nn3/T3$$

- 기존 교통 정보 활용
구간별 하나의 평균 속도만 존재하므로, 보통 좌회전의 경우, 직진 및 우회전 보다는 비용이 크므로 다음과 같이 좌회전의 비용을 설정한다.

$$\text{좌회전 비용} = \text{원래 비용} + T + \alpha$$

여기서는 α 는 특정 임의의 값이고 모든 다른 사거리 및 다른 교통 상태에 단순히 적용하면, 전체 비용이 정확하지 않게 된다.

- UTIS 교통 정보 활용

정확하게 UTIS는 통과 시간을 제공하지만 기존과 같은 평균 속도 뿐만 아니라 사거리 회전별로 다른 속도 정보를 제공하기 때문에 회전별로 상대적인 정확한 비용 산정이 다음과 같이 가능하다.

$$\text{좌회전 비용} = \text{원래 비용} + T2 + \alpha$$

$$\text{직진 비용} = \text{원래 비용} + T2 + \beta$$

$$\text{우회전 비용} = \text{원래 비용} + T2 + \beta$$

3.2 교통소통정보 권역 재정의

기존의 교통소통정보 분류 기준 중 구역소통정보는 그 범위가 지나치게 협소하여 활용도가 떨어지며 특정 도시에서 인접 도시 경계를 넘어가는 경로 탐색 등에 대해 고려가 미비하므로 교통소통정보의 분류 기준을 다음 그림 7과 같이 재정의한다.

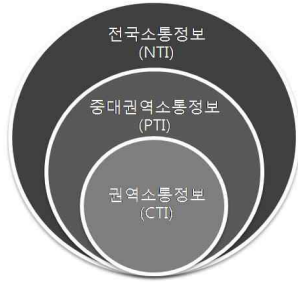


그림 7 교통소통정보 분류
Fig. 7 Classification of Traffic Information

-권역소통정보(City Traffic Information) : 서울특별시, 인천광역시 등 하나의 도시를 대상으로 제공되는 교통소통정보이다.

-중대권역소통정보(Provincial Traffic Information) : 수도권, 충청권 등 중대권역을 대상으로 제공되는 교통소통정보이다.

-전국소통정보(National Traffic Information) : 전국을 대상으로 하는 교통소통정보이다.

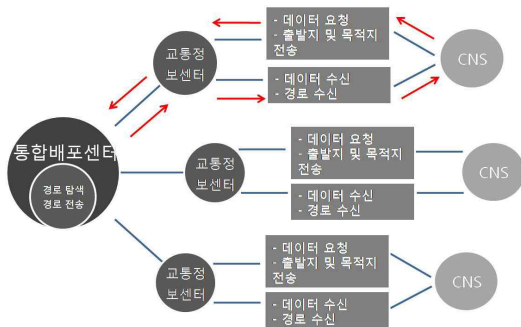


그림 8 분산 계층 경로 탐색의 흐름
Fig. 8 Flow of Distributed Hierarchical Routing Plan

3.3 분산 계층 경로 탐색 기법

분산 계층 경로 탐색은 그림 8과 같이 출발지와 목적지의 위치 및 교통정보 데이터의 분류 기준에 따라 경로 탐색을 수행하는 계층을 분산시키는 것이다. 이는 가장 정확한 데이터

를 가진 계층에서 경로 탐색을 하는 방법으로 도시권 내에서의 경로 탐색, 인접 도시의 경계를 통과하는 중대권역 내에서의 경로 탐색, 중대권역의 경계를 통과하는 전국 단위의 경로 탐색에 따라 필요한 데이터만을 활용할 수 있는 맞춤형 경로 탐색 기법이며, 이 기법은 전국소통정보를 관리 및 배포하는 통합배포센터가 존재한다는 전제 하에 성립한다.

- 첫째, 특정지역 교통정보 요구

CNS(Car Navigation System)는 자신의 출발지와 목적지의 정보를 활용해서 특정 지역 교통정보를 요구한다. 따라서 한정적 통신 자원의 문제를 해결하고 사용자에 맞는 정보를 제공할 수 있다. 그러나 출발지와 목적지의 거리가 예를 들어, 인천에서 여수와 같이, 전국적인 영역에 들면 통과 예상 지역들을 포함해서 여러 지역들의 다량의 교통정보가 요구된다. 따라서 CNS가 처음 경로탐색 요구 시 모든 정보를 가지고 있다고 보장할 수는 없다. 또한 교통 정보는 수시로 변하고 그것에 따라 재탐색이 이루어져야 하기 때문에, 먼 거리의 경우 모든 교통 정보를 가지고 있을 확률이 떨어진다.

- 둘째, 분산 계층 경로 탐색

CNS에서 출발지와 목적지가 권역을 벗어나는 지, 중대권역을 벗어나는 지를 분석하여 출발지부터 목적지까지의 교통 정보가 있다면 별도의 교통 정보 요청 및 수신 없이 자체적으로 경로 탐색을 수행하고, 그렇지 않다면 출발지 및 목적지를 교통정보센터에 전송한다. 교통정보센터에서는 수신된 출발지와 목적지 정보를 통합배포센터에 전달하고 통합배포센터에서는 해당 출발지 및 목적지 정보에 맞는 교통 정보를 구성하여 경로 탐색을 수행하고 구성된 교통 정보와 함께 경로를 교통정보센터를 통해 보내준다. 각 상황별 상세한 흐름에 대한 변수는 다음 표 2와 같다.

표 2. 교통 흐름 상황별 변수
Table 2. Variable of Traffic Flow Situation

Variable	Description
Sx	경로의 출발지
Dx	경로의 목적지
SRx	경로이탈에 따른 새로운 출발지
CTI	권역 소통정보
PTI	중대권역 소통정보
NTI	전국 소통정보

① $Sx \in CTI$ and $Dx \in CTI$ (출발지와 목적지가 한 도시 내에 존재하는 경우)

이 경우는 교통정보 데이터의 크기가 작은 편에 속하며 통합배포센터를 거칠 필요 없이 해당 도시의 센터에서 직접 데이터를 수신하면 되므로 데이터가 수집되고 배포되는 회전 속도가 빠르기 때문에 신뢰도가 높다. 그러므로 현재 교통정보 데이터가 없을 시에는 데이터를 요구하되, 경로 탐색은 CNS에서 자체적으로 수행한다.

② (($Sx \in PTI$ and $Dx \in PTI$) and 1번 (출발지 혹은 목적지가 도시를 벗어나 중대권역에 존재하는 경우)

이 경우는 중대권역 소통정보가 필요한 경우이며 따라서 해당 정보를 요구한다. 그러나 데이터의 크기가 크고 통합배포센터를 거쳐야 하므로 속도가 느리며 따라서 신뢰도도 낮다. 그렇기 때문에 데이터를 요구하는 시점에 가장 최신의 데이터를 가지고 있는 통합배포센터 계층에서 경로 탐색을 수행하여 해당 경로를 CNS로 전달한다.

③ ($Sx \in NTI$ and $Dx \in NTI$) and 2번 (출발지 혹은 목적지가 중대권역을 벗어나 다른 중대권역에 존재하는 경우)

이 경우는 전국소통정보가 필요한 경우이며 교통정보 데이터가 크기가 가장 크고 신뢰도도 가장 낮다. 따라서 데이터를 요구하는 시점에 가장 최신의 데이터를 가지고 있는 통합배포센터 계층에서 경로 탐색을 수행하여 해당 경로를 CNS로 전달한다.

④ RSE 통해 교통정보 및 센터와의 통신 불가능한 경우

이 경우는 특정 지역의 교통정보나 분산계층 경로탐색이 불가능하나, 사용자가 선택한 최단거리나 고속도로 위주의 경로탐색을 지원하거나, 통계기반의 과거 교통정보가 단말기에 탑재되어 있는 경우 이를 활용하여 우선 경로탐색을 시행한다.

또한 ②,③번 경우와 같이 출발지와 목적지가 논리적으로 서로 다른 권역에 있는 경우에도 목적지나 출발지 서로 다른 권역에서 벗어나는 정도를 고려해서 동일 권역으로 처리하는 것이 효율적일 수 있다. 예를 들어 ②번에 해당하지만 목적지가 ①번의 권역을 근거리 차로 벗어난 경우, ①번과 같이 경로 탐색을 하고 근거리 차는 ④번과 같은 단순 탐색을 지원하는 것이 전반적인 비용효율에서 효과적이다.

- 셋째, 분산 계층 재탐색

재탐색의 경우, 경로를 벗어났을 때 기본적으로 현재의 위치를 출발지로 하고 목적지에 따라 분산 계층 경로 탐색을 수행한다. 그러나 운전자의 잦은 경로이탈은 전체적인 시스템 부하에 큰 비용을 초래할 수 있다. 따라서, SRx가 기존 경로 범위에 크게 벗어나지 않고 다른 고속도로 등이 근처에 없을 때는 4번과 같은 단순 경로탐색을 하고 원래의 설정된 경로로 다시 연결 되는 것이 전반적인 시스템의 효율을 증가시킬 수 있다. 하지만 운전자가 의도적으로 다른 고속도로를 이용하는

경우 또는 근거리이지만 새로운 고속도로나 고속화도로 이용이 유리한 경우는 새로운 경로탐색을 시행해야 한다[12].

IV. 성능분석

분산계층 경로탐색과 기존 기법의 성능을 비교할 때 두 가지 항목이 비교될 수 있다. 일차적으로 각 단말기가 주기적으로 업데이트 받는 교통정보 데이터 량이다. 이것은 특히 전체적인 시스템의 부하에 연관되기 때문에 중요한 항목 중 하나이다. 다음은 경로탐색 성능 및 정확성이다. 물론 전체적인 데이터를 가지고 경로탐색을 하면 전반적으로 성능이 떨어지지만 이것 또한 일차 요소인 통신을 통한 데이터 수신 후에 결정되기 때문에 일차 통신량에 중속적인 항목이다. 여기서는 전체적인 시스템 부하에 영향을 주는 데이터 통신량에 대한 성능을 비교하도록 한다. 일단 권역별로 동일한 비율의 도로 및 교통 정보가 있다고 가정하고 권역별 사이즈에 따라 다음 표 3과 같이 도로망 수가 있다고 한다.

표 3. 권역별 사이즈에 따른 도로망 변수
Table 3. Variable of the Networks of Region Size

Variable	Description
CA	권역 단위 도로망 단위
PA	중대권역 단위 도로망 단위 $PA = CA * n(\text{개})$ 로 가정
NA	전국 권역 단위 도로망 단위 $NA = PA * m(\text{개})$ 로 가정 $NA = CA * n * m$
S	S초당 한번씩 교통 정보 업데이트
M	단위 도로망 당 평균 교통 데이터 사이즈

위와 같은 조건하에서 기존의 전체 방식으로 교통 정보를 업데이트할 때에는 다음과 같은 통신 트래픽이 발생한다.

Th (시간당, 단말기 당 통신 트래픽)는

$$Th = NA * M * 360 / S = CA * n * M * 360 / S \text{ 이다.}$$

하지만 분산계층 경로탐색 기법에서는 교통 패턴에 따라 다른 트래픽 비용이 발생한다.

① CTI 내에서의 이동의 경우, 이 경우는 대부분의 도시 내의 이동을 나타낸다.

$$Thc = CA * M * 3600 / S$$

② CTI를 벗어나 하나의 PTI 권역 내에서 이동하는 경우, 예를 들면 수도권 내에서 다른 도시로 이동하는 경우이다.

$$Thp = PA * M * 3600 / S = CA * n * M * 3600 / S$$

③ PTI를 벗어나 전국단위로 이동하는 경우, 다음과 같다.

$$Thn = NA * M * 3600 / S = PA * m * M * 3600 / S = CA * n * m * 3600 / S$$

따라서 전체 비용은

$$Th = Thc * a + Thp * b + Thn * c$$

(a+b+c = 1, a,b,c는 각각의 비율)이다.

실제 ① ②③ 각각의 비율을 정확한 숫자로 나타내기 힘들지만, ① 또는 ②의 비율이 높을 수록 통신 트래픽에서 얻는 이점은 크다.

V. 결론

본 논문에서는 기존의 UTIS 교통 정보의 문제점을 파악하고 실제 사용자의 사용 패턴을 고려한 구조적 개선 사항을 연구하여 보다 더 정확하고 신뢰성 있는 최적 경로 탐색 기법을 제안하였다.

제안한 분산 계층 경로 탐색 기법은 새로운 도로의 건설 및 기존 교통정보가 포함이 안 된 작은 도로의 교통 정보 포함 등으로 지속적으로 방대해 지는 데이터의 양에 따른 무선 통신의 한계점을 극복할 수 있다. 또한 상황별로 경로 탐색을 수행하는 계층을 교체함에 따라 최신의 교통 정보에 따라 지속적으로 운전자에게 최적의 경로 안내를 할 수 있다.

향후, 각 계층 센터별 및 내비게이션 자체로 분산화 된 교통정보 알고리즘 및 실시간 데이터의 스트림 처리 등의 추가적인 연구가 필요하다. 또한 추후 전국적인 서비스를 위해서는 차량의 운행 경로 상의 필요한 교통 정보만을 추출해 내는 알고리즘과 센터, RSE, OBE, CNS 간의 통신 속도 개선 방안 등에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 또한 각 권역별로 수집된 교통 정보를 관리하고 가공하여 배포할 수 있는 통합배포 센터의 마련이 시급하다.

참고문헌

[1] 김상오, "차세대 텔레매틱스용 컨버전스 모듈개발" 지식경제부 지역산업기술개발사업 중간보고서, 3-5쪽, 2009년 9월.
 [2] 전황수, "TPEG 서비스 추진 동향" 전자통신동향분석, 제 22 권, 제 6호, 171쪽, 2007년 12월.
 [3] Thierry Ernst, and Keisuke Uehara, "Connecting Automobiles to the Internet," 3rd International Workshop on ITS Telecommunications, Seoul, Korea, 2002.

[4] 경찰청, "효율적 경찰교통정보 제공서비스 추진방안" 2008.
 [5] 경찰청, "경찰 교통정보 제공서비스 추진계획" 2007.
 [6] 이홍재, "국내외 지능형 교통시스템 추진현황과 전망," 전자통신동향분석, 제 14 권, 제 2 호 59쪽, 2009.
 [7] "도시교통정보시스템 구축서," 도로교통공단, 4-6쪽, 2009년 3월.
 [8] 정성학, "교통정보제공을 위한 노변방송시스템 구축에 관한 연구," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 14권, 제6호 통권 제 63호, 153-164쪽, 2009년 6월.
 [9] 안계형, "UTIS 운영을 위한 표준 S/W 개발," 교통안전연구논문집, 제 28 권, 217쪽, 2009.
 [10] 기용걸, "LBS 기반 교통정보 수집 및 제공시스템 개발," 2008.
 [11] Yihan Li, "The Case for Multi-Path Multimedia Transport over Wireless Ad-hoc Networks," Proceeding of the First International Conference on Broadband Networks, 2004.
 [12] 백영태, 김상오, 최성규, "UTIS를 위한 분산 계층 경로 탐색 기법," 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집 제18 권 제1호, 11-14쪽, 2010년 1월.

저 자 소 개

백 영 태

1993 : 인하대학교 공학석사
 2002 : 인하대학교 공학박사
 1993-1998 : 대상정보기술 정보통신연구소
 1998 - 현재 : 김포대학 부교수
 관심분야 : 웹교육시스템, 모바일시스템



김 상 오

1996 : 인하대학교 공학석사
 1996~1997 : 현대전자 통신연구소
 1997~2005 : (미)브룩스오토메이션 Senior Engineer
 2005 - 현재 : (주)시터스 개발이사
 관심분야 : ITS, 공장자동화, 모바일 프로그래밍

